

Dinâmica da distribuição espacial de populações arbóreas, ao longo de uma década, em cerradão na transição Cerrado-Amazônia, Mato Grosso.

Fernando Elias¹, Beatriz Schwantes Marimon², Simone Matias de Almeida Reis¹, Mônica Forsthofer¹, Letícia Gomes¹, Paulo Sérgio Morandi¹, Ben Hur Marimon-Junior¹

1. Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT, Laboratório de Ecologia Vegetal, Brasil. E-mail: feh-biologia@hotmail.com; simonematiasreis@gmail.com; mforsthofer@gmail.com; leticiagomesbio@gmail.com; morandibio@gmail.com; bhmjunior@gmail.com

2. Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT, Departamento de Ciências Biológicas, Área de Ecologia Vegetal, Fitogeografia, Brasil. E-mail: biamarimon@hotmail.com

RESUMO: As populações de plantas se distribuem naturalmente nas formas agregada, aleatória ou uniforme. Estes padrões podem variar conforme as condições ambientais e ao longo do tempo. O presente estudo teve por objetivo avaliar a distribuição espaço-temporal das cinco principais espécies de um cerradão no leste Mato-grossense para verificar se a incidência de fogo e eventos de seca resultam em mudanças e até que ponto tais mudanças são detectáveis nos padrões espaciais destas populações. Os levantamentos foram conduzidos em uma área de cerradão no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina-MT, em fevereiro de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012, em 50 parcelas permanentes de 10 x 10 m. *Hirtella glandulosa* demonstrou resiliência aos distúrbios em relação às demais espécies durante a década de estudo. *Tachigali vulgaris* e *Xylopia aromatica*, apesar de apresentarem mudanças na densidade entre os anos, mantiveram o mesmo padrão de distribuição espacial ao longo do tempo. As alterações na estrutura populacional e espacial de *Roupala montana* e *Myrcia splendens* podem indicar sensibilidade dessas populações aos distúrbios.

Palavras-chave: densidade, fogo, padrões espaciais, seca.

ABSTRACT: Dynamics of the spatial distribution of tree populations, along a decade, in cerradão in the transition Cerrado-Amazonia, Mato Grosso. The plant populations are naturally distributed in aggregated, random or uniform spatial patterns. These patterns may vary according to environmental conditions over time. The present study aimed to evaluate the spatio-temporal distribution of five principal species of a cerradão in eastern Mato Grosso to verify if fire and drought events result in changes and to what extent such changes are detectable in the spatial patterns of these populations. The surveys were conducted in an area of cerradão in the Bacaba Municipal Park, Nova Xavantina-MT in February 2002, 2005, 2008, 2010 and 2012 in 50 permanent plots of 10 x 10 m. *Hirtella glandulosa* showed resilience to disturbances in relation to other species during the studied decade. *Tachigali vulgaris* and *Xylopia aromatica*, despite showing changes in density between the years, maintained the same pattern of spatial distribution over time. Changes in population structure and spatial pattern of *Roupala montana* and *Myrcia splendens* may indicate sensitivity of these populations to disturbances.

Keywords: density, fire, spatial patterns, drought.

1. Introdução

As pesquisas sobre as mudanças ambientais na zona de tensão ecológica (ZTE) Amazônia/Cerrado, localizada no 'arco do desmatamento' da fronteira agrícola brasileira,

são essenciais para o aperfeiçoamento de programas de monitoramento e recuperação de áreas degradadas. Foi realizada uma longa investigação da variação temporal na estrutura de algumas populações de um cerradão, uma

formação florestal hiperdinâmica (MARIMON et al., 2014) e particularmente importante por ser o elo entre formações savânicas e florestais na ZTE (MARIMON et al., 2006; RADAMBRASIL, 1982; RATTER et al., 1973).

Nenhum estudo envolvendo a distribuição espacial e temporal de populações naturais de espécies arbóreas de cerrado na transição Cerrado-Amazônia foi realizado até o momento. Os cerrados sempre foram vegetações esparsas, ocupando não mais do que 5% de todo o bioma Cerrado (RIBEIRO; WALTER, 2008), mas concentrando-se nas áreas de contato do Cerrado com a Amazônia (RADAMBRASIL, 1982), situação hoje agravada pelo avanço da fronteira agrícola, que resultou em uma dramática fragmentação de seus últimos remanescentes, especialmente, em Mato Grosso (MARIMON et al., 2014).

Considerando essa fragilidade, a distribuição naturalmente esparsa dessa fitofisionomia no bioma Cerrado (EITEN, 1972) e a urgente necessidade de sua preservação, é de extrema relevância a realização de estudos para compreender as respostas das populações às variações climáticas e ao fogo.

Os eventos intensos de secas podem ser prejudiciais aos ecossistemas naturais, uma vez que o estresse hídrico provoca a mortalidade de árvores, aberturas no dossel e o aumento do aporte natural de serrapilheira no solo, maximizando o efeito potencial das queimadas (NEPSTAD et al., 1999, 2001; BRANDO et al., 2008). Mudanças nas variáveis ambientais, como sazonalidade climática, bem como a intensidade e frequência de queimadas podem alterar os padrões estruturais de comunidades naturais, provocando oscilações na densidade de árvores (EITEN, 1972; MOREIRA, 2000; RATTER et al., 1973, 2003) e, conseqüentemente, alterando a configuração espacial das populações (DAVIS et al., 2005).

Os padrões de distribuição espacial de espécies vegetais são determinados por interações intra e interespecíficas que contribuem para o estabelecimento de um padrão para cada população (HAY et al., 2000). Em escalas macro, meso e micro-espaciais,

ocorrem distintos processos intrínsecos que podem gerar alterações nos padrões de distribuição espacial dos indivíduos de uma população (LEVIN, 1992), uma vez que cada espécie reage de forma particular às mudanças ambientais.

Localmente, os indivíduos se distribuem naturalmente de forma aleatória, agregada ou uniforme (TOWNSEND et al., 2010), sendo que em áreas de Cerrado a forma agregada costuma ser mais comum entre as espécies vegetais (HAY et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2001; MONTEIRO; FISCH, 2005; SÜHS; BUDKE, 2011). A distribuição agregada é condicionada principalmente pelas características intrínsecas do habitat, a aleatória ocorre quando o habitat é uniforme, sem tendências à agregação, e na uniforme (mais rara), os indivíduos possuem distâncias similares entre si e a localização de cada um influencia a ocorrência do outro (JANZEN, 1970, 1976; HUTCHINGS, 1997; TOWNSEND et al., 2010). Assim, as informações sobre os padrões espaciais de espécies arbóreas em remanescentes naturais são fundamentais para acompanhar a dinâmica e o efeito de perturbações naturais ou antrópicas na estrutura e comportamento destas populações (KORNING; BALSLEV, 1994), além de facilitar a compreensão ecológica e contribuir para a recomendação de métodos de conservação e manejo (NASCIMENTO et al., 2002).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a densidade e a variação espaço-temporal de populações das cinco principais espécies de um cerrado na região leste de Mato Grosso, na zona de transição Cerrado-Amazônia. As investigações fazem parte das contribuições do Projeto PELD/CNPq aos estudos na ZTE em Mato Grosso, onde profundas mudanças ambientais estão em curso. Foram respondidas duas questões: 1) se a incidência de fogo e eventos de seca podem ou não resultar em mudanças significativas na estrutura populacional das principais espécies arbóreas da comunidade; 2) até que ponto tais mudanças são detectáveis nos padrões espaciais de distribuição destas populações em uma escala temporal.

2. Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de cerrado (14°42'02,3"S e 52°21'02,6"W), com aproximadamente 15 ha localizada no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, leste de Mato Grosso (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005), na zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia.

O cerrado é uma fitofisionomia florestal que ocorre em um dos extremos ecotonais do bioma Cerrado (RIBEIRO; WALTER, 2008). Na ZTE do leste Mato-grossense essa fitofisionomia normalmente ocorre lado a lado com áreas de cerrado sentido restrito e matas mesófilas, compartilhando espécies com as fisionomias adjacentes (EITEN, 1972; RATTER, 1992).

Ratter et al. (1973) sugerem a existência de dois tipos de cerrado nessa região, classificando-os de acordo com a pedologia e composição florística. O primeiro é o cerrado de *Hirtella glandulosa*, que geralmente ocorre em solos distróficos, e o segundo é o cerrado de *Magonia pubescens* e *Callisthene fasciculata*, que ocorre em solos mesotróficos.

O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, apresentando um período chuvoso de outubro a março e um período seco de abril a setembro, com precipitação em torno de 1.500 mm e temperatura média anual de 25°C (SILVA et al., 2008). O relevo varia de plano a ondulado, com altitudes entre 250 e 300 m, sendo o solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico e álico (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005).

Espécies estudadas

Foram consideradas neste estudo as cinco espécies arbóreas de maior abundância na área de estudo, considerando o levantamento realizado em 2002 (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005). Sendo elas:

Hirtella glandulosa Spreng. (Chrysobalanaceae) - conhecida popularmente como vermelhão, apresenta copa frondosa e produz grande quantidade de frutos viáveis apreciados pela avifauna, sendo planta

semidecídua, heliófita até ciófito, seletiva xerófito (LORENZI, 2009). A madeira é usada na construção civil e também na confecção de mourões e postes de cercas em fazendas da região. Ocorre preferencialmente em áreas de florestas, tais como o cerrado, florestas estacionais e matas de galeria e esporadicamente em cerrado sentido restrito (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 1995; MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005).

Tachigali vulgaris L. G. Silva & H. C. Lima (Fabaceae) - conhecido como taxi-branco ou carvoeiro é uma planta pioneira, perene, com grande produção anual de sementes, atinge de 8-20 m de altura quando adulto (LORENZI, 2009) e ocupa com grande frequência áreas de cerrado no leste de Mato Grosso (FRANCZAK et al., 2011; MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005). Solórzano et al. (2012), estudando a vegetação de cerrado em várias pontos do Cerrado indicaram *T. vulgaris* como uma espécie típica de cerrado, por apresentar elevada densidade e importância ecológica. Felfili et al. (1999) e Lorenzi (2009) sugerem o uso dessa espécie na recuperação de áreas degradadas, pois apresenta crescimento acelerado e poucas restrições pedológicas.

Xylopia aromatica (Lam.) Mart. (Annonaceae) - conhecida como pindaíba ou pimenta-de-macaco, é uma planta pioneira, semidecídua, heliófita e seletiva xerófito, com frutos dispersos pela avifauna (LORENZI, 2008). Possui ampla distribuição no Cerrado, ocorrendo com maior frequência em áreas de cerrado sentido restrito e cerrado (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005; RATTER et al., 2003).

Myrcia splendens (Sw.) DC. (Myrtaceae) - conhecida como guamirim, é pioneira, perene, alcança até 12 m de altura, possui dispersão zoocórica e é comumente encontrada em áreas de cerrado e cerrado sentido restrito (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005; SOLÓRZANO et al., 2012).

Roupala montana Aubl. (Proteaceae) - conhecida popularmente como carne-de-vaca, é heliófita com dispersão zoocórica, apresenta casca espessa que é bastante usada para fins

medicinais (ALEXANDRE-JÚNIOR; SOARES-JÚNIOR, 2009). Possui reprodução vegetativa e alta capacidade de rebrota pós-fogo, o que lhe garante melhores chances de estabelecimento (HOFFMANN, 1998). Ocorre com frequência em áreas de cerrado sentido restrito, cerrado, mata de galeria e campo limpo (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005; ALEXANDRE-JÚNIOR; SOARES-JÚNIOR, 2009).

Amostragem da vegetação

O primeiro inventário ocorreu em fevereiro de 2002, onde foram demarcadas 50 parcelas permanentes de 10 x 10 m e identificados, plaqueteados e medidos todos os indivíduos vivos que apresentaram diâmetro ≥ 5 cm à 30 cm do solo (DAS_{30cm}) (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005). Sempre no mesmo mês, em 2005 e 2008 (FRANCZAK et al., 2011) e em 2010 e 2012 (presente estudo), foram remedidos todos os indivíduos sobreviventes, sendo acrescentados aqueles que atingiram o limite mínimo de inclusão (recrutas).

Em meados de setembro de 2008, a área estudada foi atingida parcialmente por uma queimada accidental, sendo que 20 parcelas queimaram e 30 parcelas não foram atingidas pelo fogo. Antes disso, há pelo menos 20 anos, não havia sido registrado nenhum evento de fogo nesta área.

Análise dos dados

Os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett foram usados para testar a normalidade e a homogeneidade dos dados, respectivamente (ZAR, 2010). O teste não-paramétrico de Friedman foi utilizado para comparar a densidade de cada espécie entre os inventários. Quando este teste indicou diferenças significativas entre os inventários, foi aplicado o teste de Tukey (ZAR, 2010).

Os padrões de distribuição espacial das populações analisadas, para cada ano, foram calculados utilizando o índice de dispersão de Morisita ($Id = N(\sum x^2 - \sum x) / [(\sum x)^2 - \sum x]$, onde N = número total de parcelas amostradas e x =

número de indivíduos); valores obtidos igual a 1, indicaram distribuição aleatória, valores maiores que 1, agregada, e menores que 1, uniforme (KREBS, 1999). A significância de Id foi calculada pelo teste de aderência de Qui-quadrado (χ^2).

Os mapas de distribuição espacial das espécies foram gerados pelo método de 'kriging', através do programa SURFER, versão 8.0, da Golden Software, sendo plotado o gride das parcelas para permitir a visualização da distribuição espacial das espécies ao longo do tempo. Este método permite visualizar a distribuição das espécies no espaço, localizando as áreas com concentração ou ausência de indivíduos (SÜHS; BUDKE, 2011). As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011), adotando o nível de significância de 5%.

3. Resultados

A densidade de indivíduos variou entre as espécies e entre os inventários, de modo que *Hirtella glandulosa* e *Roupala montana* apresentaram os maiores e menores valores em todos os levantamentos, respectivamente (Tabela 1).

A partir das comparações da densidade média por parcela entre os anos, observa-se que somente *Hirtella glandulosa* não apresentou alterações significativas, sendo que a espécie se manteve como a mais abundante e frequente no cerrado estudado, representando cerca de 10 a 15% da densidade e 5 a 8% da frequência total da comunidade entre os inventários (Tabela 1). Por outro lado, *Roupala montana* e *Myrcia splendens* sofreram reduções significativas na densidade entre os inventários de 2008 e 2010, e *Tachigali vulgaris* e *Xylopia aromatica* entre 2010 e 2012 (Tabela 1).

H. glandulosa foi a única espécie onde os valores de densidade e a frequência relativas (DR e FR) aumentaram entre o primeiro (2002) e o último (2012) inventários, *T. vulgaris* manteve os mesmos valores de DR e FR e as demais espécies apresentaram redução dos valores (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade por parcela das cinco principais espécies de um cerradão entre os inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012 na transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso. DR= densidade relativa, (*) $p < 0,05$ (Teste de Friedman). DP= densidade média por parcela, DR= densidade relativa (%), FR= frequência relativa (%). Letras iguais (comparação da DP entre os inventários) representam médias estatisticamente similares e letras diferentes médias estatisticamente diferentes usando o teste de Tukey. Os valores representam as médias e entre parênteses está o coeficiente de variação.

Espécies	Densidade e Frequência														
	2002			2005			2008			2010			2012		
	DP	DR	FR	DP	DR	FR	DP	DR	FR	DP	DR	FR	DP	DR	FR
<i>Hirtella glandulosa</i>	2,2 (0,7)a	10,7	5,8	2,4 (0,7)a	10,3	5,4	2,5 (0,7)a	11,0	8,0	2,4 (0,7)a	14,9	8,0	2,4 (0,7)a	14,6	7,7
<i>Tachigali vulgaris</i> *	1,2 (1,1)b	8,2	5,4	1,8 (0,9)bc	7,8	4,7	2,1 (0,9)a	9,3	5,4	1,4 (1,2)ac	8,7	5,4	1,3 (1,1)b	8,2	5,4
<i>Xylopia aromatica</i> *	1,2 (1,2)a	5,9	4,4	1,5 (0,8)a	6,5	5,0	1,4 (0,8)a	6,1	5,0	0,9 (1,1)b	5,5	5,0	0,7 (1,2)c	4,5	4,3
<i>Myrcia splendens</i> *	0,8 (1,2)ab	6,8	5,3	0,9 (1,1)a	3,8	3,5	0,9 (1,1)a	3,9	3,6	0,6 (1,5)b	3,4	2,0	0,5 (1,6)b	3,1	3,3
<i>Roupala montana</i> *	0,7 (1,4)a	3,8	3,5	0,7 (1,1)a	3,0	3,1	0,6 (1,3)a	2,7	3,1	0,4 (1,75)b	1,7	3,4	0,2 (3,5)b	1,4	1,7

Foram observadas variações na distribuição espacial das populações ao longo dos inventários, especialmente após 2008 e 2010. *Hirtella glandulosa* e *Xylopia aromatica* apresentaram o padrão de distribuição do tipo aleatório e *Tachigali vulgaris* do tipo agregado, em todos os inventários (Figuras 1, 2, 3 e 4). Por outro lado, *Myrcia splendens* e *Roupala montana* apresentaram mudanças no padrão

de distribuição espacial. Nos três primeiros inventários (2002, 2005 e 2008), a população de *M. splendens* se distribuía aleatoriamente na comunidade, mudando para agregada nos inventários posteriores (2010 e 2012) e a população de *Roupala montana* apresentou distribuição agregada em 2002, mudou para aleatória em 2005 e 2008, e retornou para agregada em 2010 e 2012 (Figuras 1, 5 e 6).

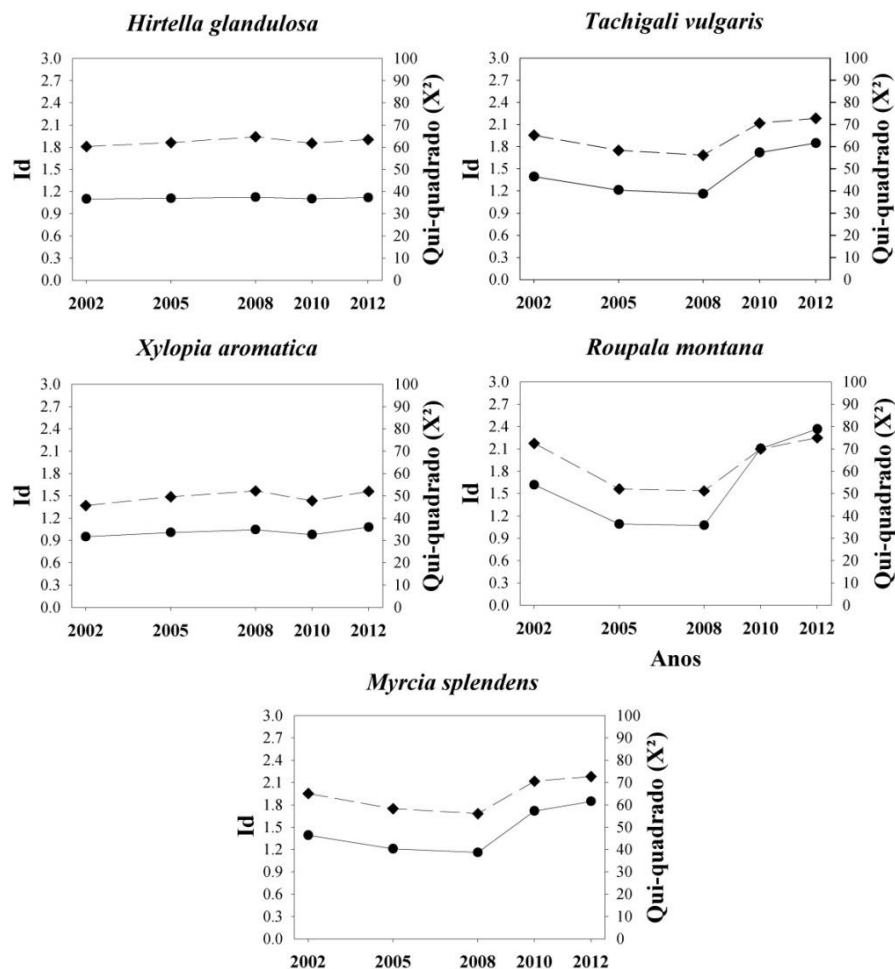


Figura 1. Variações nos valores de Id (●) e de χ^2 (♦) para as cinco principais espécies de um cerradão entre os inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012 na transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso.

Hirtella glandulosa

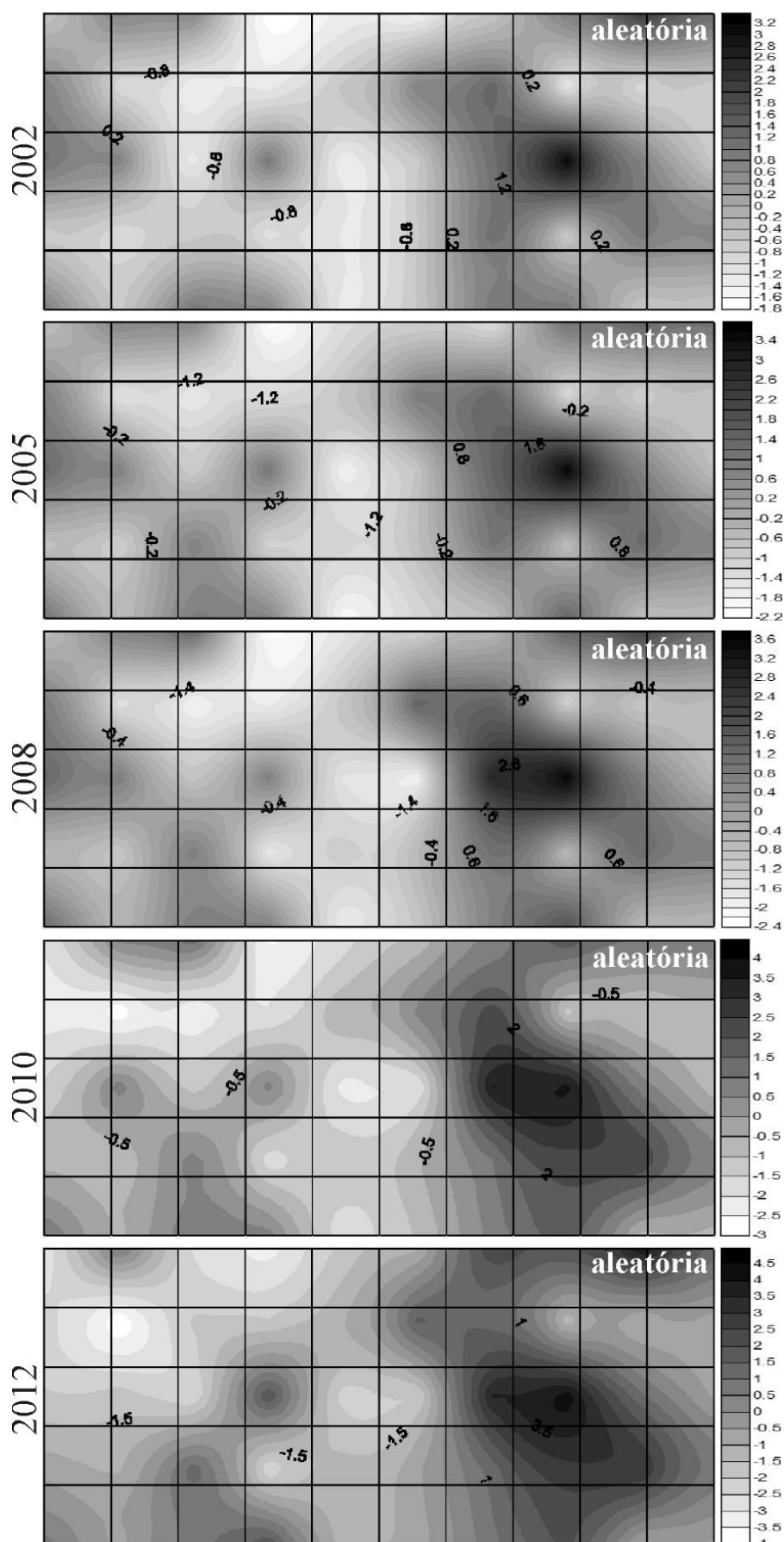


Figura 2. Mapa interpolado pelo método de 'kriging' da distribuição espacial da população de *Hirtella glandulosa* em um cerradão nos inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012, transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso.

Xylopia aromatica

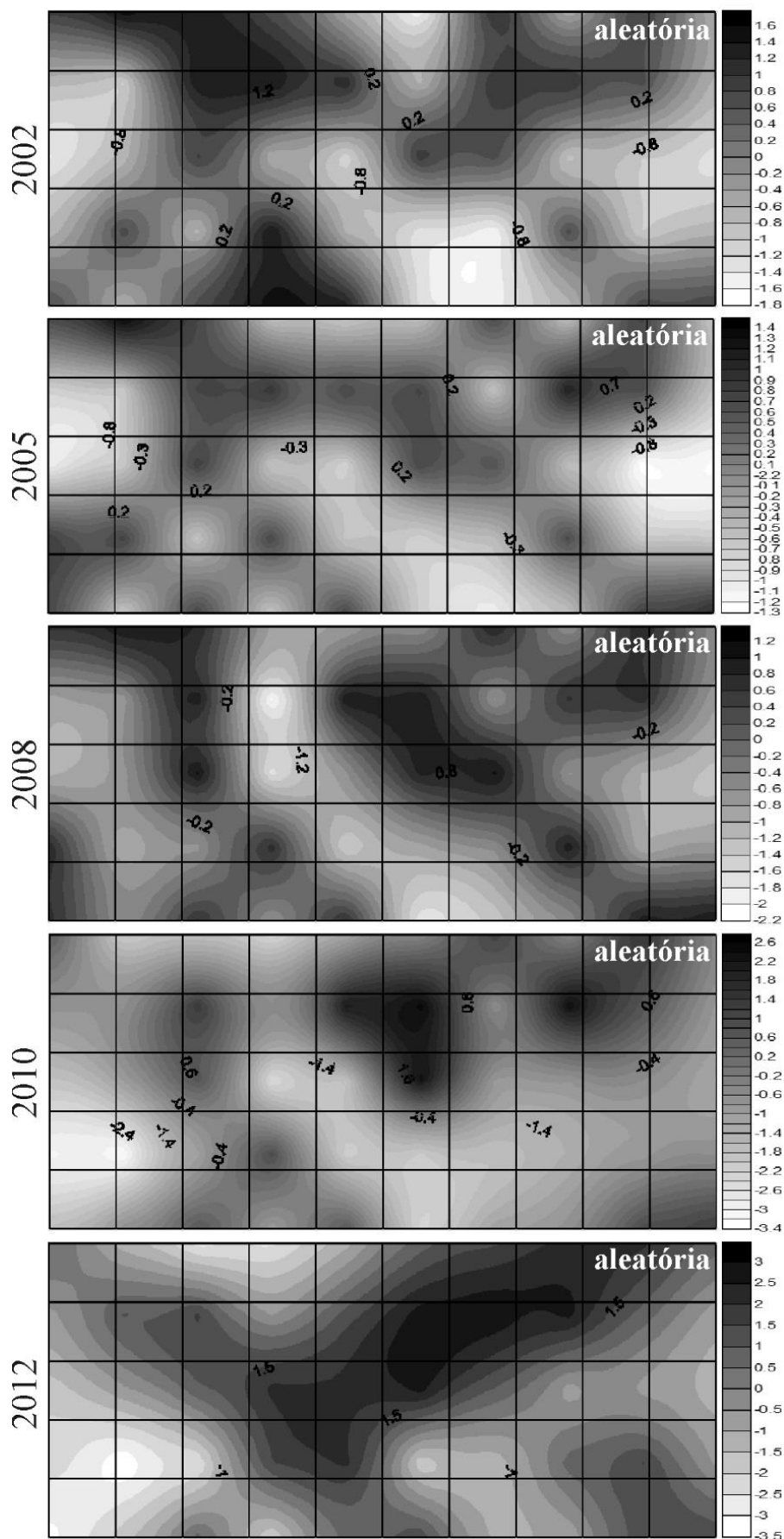


Figura 3. Mapa interpolado pelo método de 'kriging' da distribuição espacial da população de *Xylopia aromatica* em um cerrado nos inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012, transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso.

Tachigali vulgaris

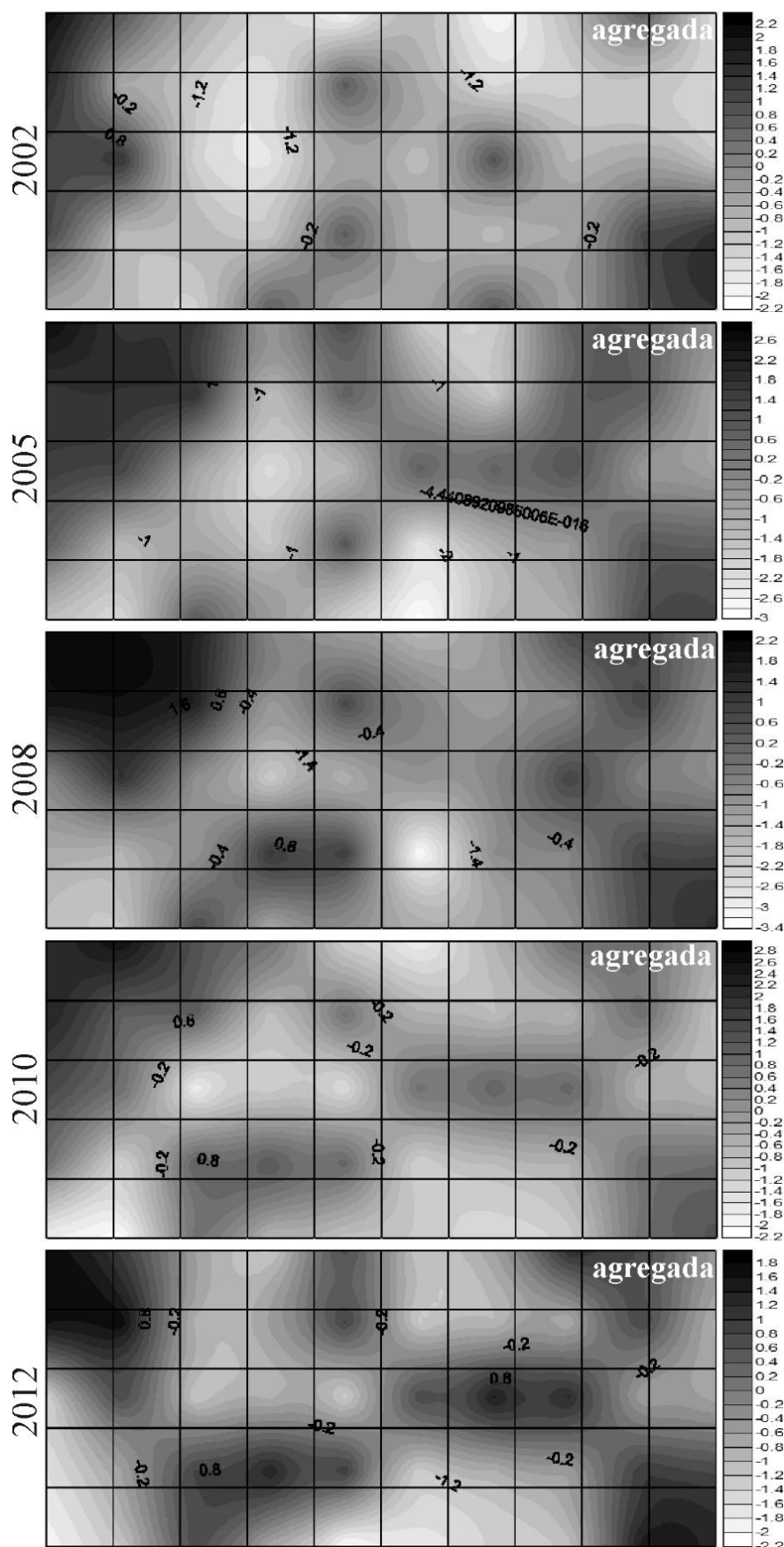


Figura 4. Mapa interpolado pelo método de 'kriging' da distribuição espacial da população de *Tachigali vulgaris* em um cerradão entre os inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012, transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso.

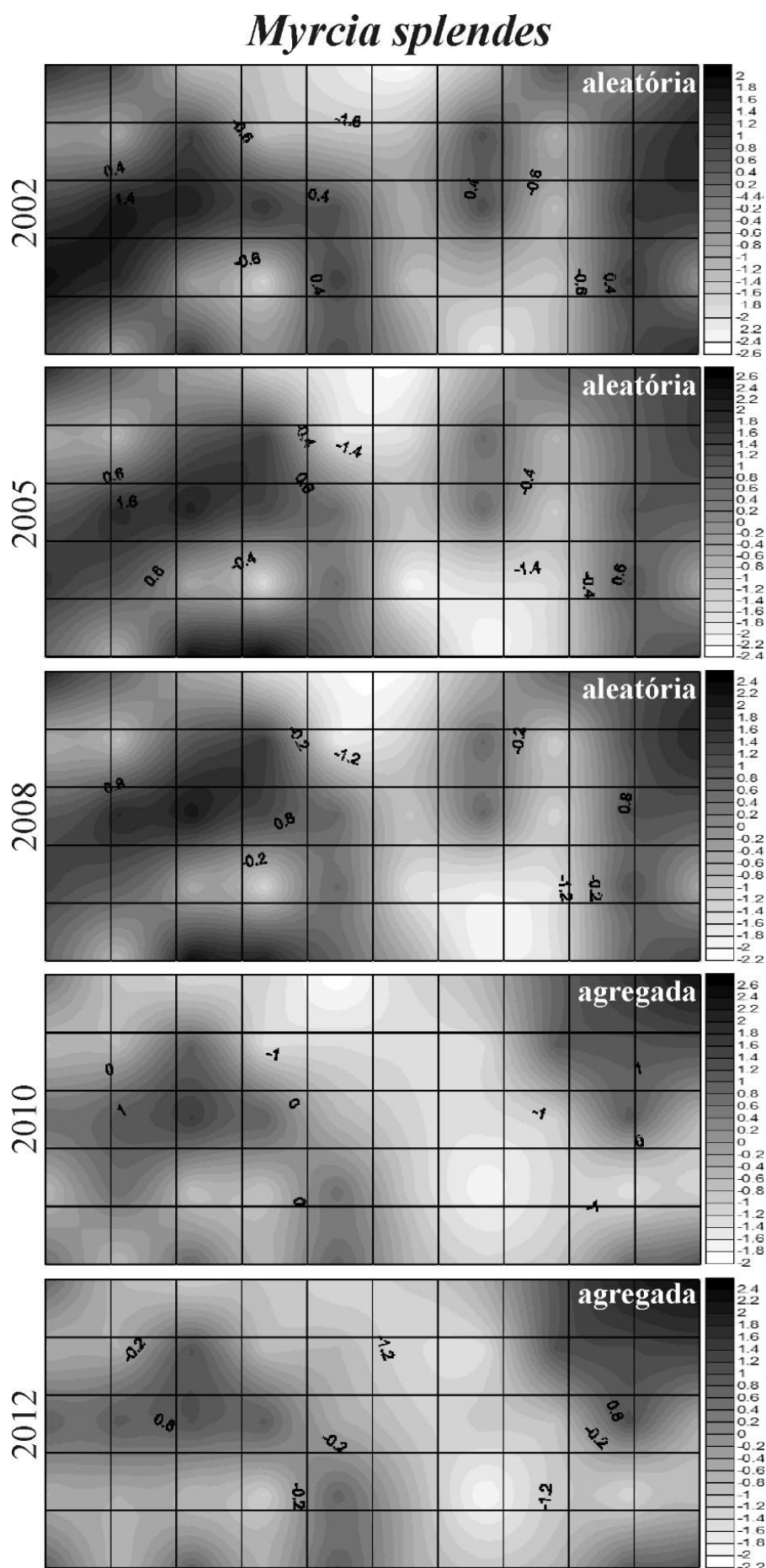


Figura 5. Mapa interpolado pelo método de 'kriging' da distribuição espacial da população de *Myrcia splendens* em um cerrado nos inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012, transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso.

Roupala montana

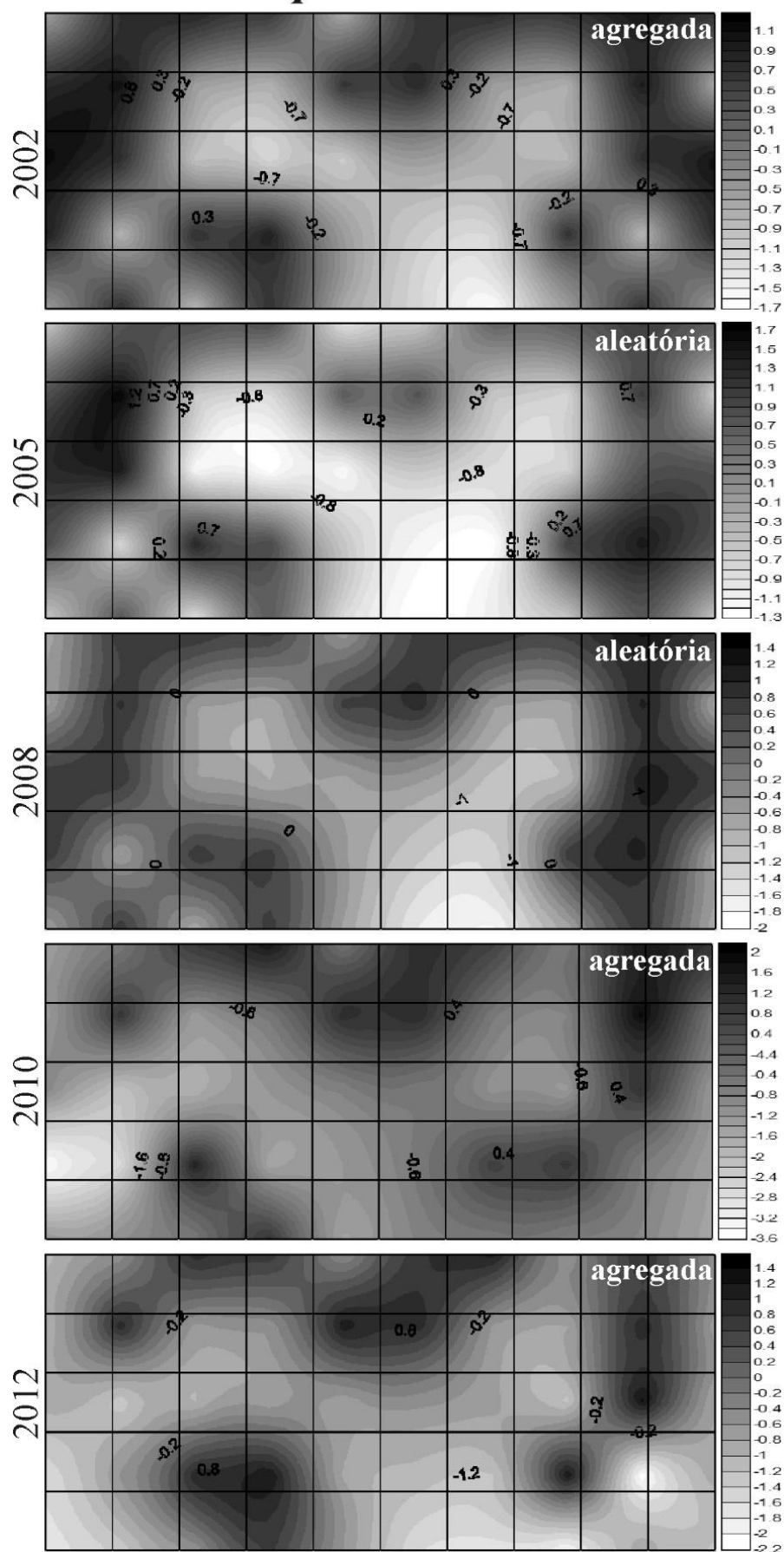


Figura 6. Mapa interpolado pelo método de 'kriging' da distribuição espacial da população de *Roupala montana* em um cerrado nos inventários de 2002, 2005, 2008, 2010 e 2012, transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso.

4. Discussão

Com exceção de *Hirtella glandulosa*, as demais espécies analisadas apresentaram redução na densidade após o inventário de 2008, que pode estar relacionada aos distúrbios causados pelo fogo, que atingiu parte da área estudada (ELIAS et al., 2013), ou ainda à seca severa registrada em 2010 (LEWIS et al., 2011; MARENGO et al., 2011). Vale ressaltar que o fogo ocorreu após outro evento de seca registrado em 2005, o qual foi descrito como um dos mais severos nas últimas décadas na Amazônia (ARAGÃO et al., 2007; LEWIS et al., 2011). Neste caso, secas severas podem provocar a mortalidade de árvores, aberturas no dossel e aumento no acúmulo de serrapilheira, aumentando o volume de combustível fino disponível e intensificando a ação do fogo (BRANDO et al., 2008; MARIMON et al., 2014; NEPSTAD et al., 2001).

Desse modo, exceto para *Hirtella glandulosa*, que manteve basicamente a mesma densidade, frequência e distribuição espacial da população ao longo dos 10 anos avaliados, os eventos de fogo e seca podem ter atuado negativamente na estrutura populacional das demais espécies, as quais reduziram a densidade, a frequência ou alteraram a distribuição espacial dos indivíduos. No caso de *Roupala montana* e *Myrcia splendens*, todas estas mudanças aconteceram simultaneamente e de maneira evidente após a queimada de 2008.

A manutenção da estrutura populacional de *Hirtella glandulosa* ao longo de uma escala temporal confirma o padrão de destaque que esta espécie apresenta em áreas de cerrado na transição entre os biomas Cerrado e Amazônia (FRANCZAK et al., 2011; MARIMON et al., 2006; MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005). De acordo com Ratter et al. (1973) e Solórzano et al. (2012), *H. glandulosa* ocorre frequentemente em cerrados no nordeste de Mato Grosso e geralmente está entre as espécies de maior abundância. Sendo considerada indicadora de solos distróficos, essa espécie ainda caracteriza um tipo de cerrado, o “cerrado de *Hirtella glandulosa*” (RATTER et al., 1973). Neste contexto, tal

como registrado para *H. glandulosa* no cerrado estudado, Lima et al. (2003) sugeriram que espécies de maior frequência na comunidade geralmente apresentam o padrão aleatório de distribuição espacial.

O resultado do presente estudo, registrado para a população de *Roupala montana*, cuja distribuição espacial mudou de aleatória para agregada após a queimada de 2008, pode corroborar o estudo de Hoffmann (1998), segundo o qual, embora o fogo tende a diminuir o sucesso da reprodução sexuada desta espécie, ele estimula a reprodução vegetativa. Neste caso, a propagação vegetativa poderia levar a população de *R. montana* a garantir a sua permanência no ambiente, mesmo após perturbações (HOFFMANN, 2002), porém em um padrão agregado, que é típico para espécies com este tipo de reprodução (FREITAS et al., 2000).

No caso de *Myrcia splendens*, os estudos de Brandão et al. (2011) indicaram a ocorrência de distribuição aleatória dos genótipos desta espécie em fragmentos de floresta semidecidual. Entretanto, em corredores estreitos que conectam estes fragmentos, os referidos autores observaram a agregação dos genótipos das árvores sugerindo a ocorrência de uma dispersão limitada de sementes. No presente estudo, o padrão agregado dos indivíduos, registrado após a queimada de 2008 e o evento de seca de 2010, pode indicar uma diminuição na variabilidade genética da população.

Diferenças no padrão fenológico entre as espécies também podem originar diferentes estruturas populacionais (MIRANDA-MELO et al., 2007). Por exemplo, se em um passado recente uma espécie apresentou frutificação massiva este evento poderia contribuir para causar diferenças na estrutura populacional entre as espécies ou entre os anos. Neste caso, se considerarmos que *Xylopia aromatica* apresenta floração e frutificação anuais, ocorre em áreas perturbadas e apresenta elevada capacidade de rebrota após o fogo (ALMEIDA et al., 1998; SILBERBAUER-GOTTSBERGER et al., 1977), tais características poderiam permitir uma distribuição aleatória da população.

Tachigali vulgaris é uma espécie heliófita que apresenta ciclo de vida relativamente curto e possui importante papel na dinâmica do cerrado estudado (FRANCZAK et al., 2011). Quando os indivíduos mais velhos morrem, caem e contribuem com a abertura de clareiras, estes ambientes mais abertos permitem o estabelecimento das plântulas desta espécie (FELFILI et al., 1999), que ocupam rapidamente estas áreas criando um *feedback* positivo (FRANCZAK et al., 2011). Neste caso, a distribuição espaço-temporal de clareiras promovidas pela própria espécie pode ser o principal fator determinante no padrão agregado de *T. vulgaris*. A população avaliada no presente estudo sofreu uma redução na densidade após o fogo, corroborando os resultados observados por Nardoto et al. (2006), que encontraram para *T. vulgaris* uma mortalidade de 46% após três queimadas prescritas. Entretanto, a frequência praticamente se manteve a mesma em todos os inventários do presente estudo, o que pode confirmar que a distribuição espacial da espécie, a despeito da redução de indivíduos, não se modificou apesar dos distúrbios.

5. Conclusões

A espécie *Hirtella glandulosa* demonstra resiliência aos distúrbios em relação às demais espécies, sem mudanças evidentes na densidade, frequência e distribuição espacial em sua população durante a década de estudo, o que comprova a sua melhor aptidão em explorar os recursos do meio.

Tachigali vulgaris e *Xylopia aromatica*, apesar de apresentar mudanças na densidade entre os anos, mantém o mesmo padrão de distribuição espacial ao longo do tempo.

As alterações na estrutura populacional e espacial observadas para *Roupala montana* e *Myrcia splendens* podem indicar sensibilidade dessas populações aos distúrbios.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsas e pelo apoio financeiro (CNPq/PELD-Transição Cerrado-

Floresta Amazônica: bases ecológicas e sócio-ambientais para a conservação, Proc. 558069/2009-6). Agradecemos também a MSc. Mariângela Fernandes Abreu e a Bióloga Bianca de Oliveira pela ajuda nas coletas de campo e a todos do Laboratório de Ecologia Vegetal que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

7. Referências bibliográficas

- ALEXANDRE-JÚNIOR, W.R.; SOARES-JÚNIOR, F.J. Estrutura populacional de *Roupala montana* Aubl. em um trecho de cerrado *sensu stricto* no sul de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisas Botânica**, v. 60, p. 301-314, 2009.
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa, 1998.
- ARAGÃO, L.E.O.C.; MALHI, Y.; ROMAN-CUESTA, R.M.; SAATCHI, S.; ANDERSON, L.O.; SHIMABUKURO, Y.E. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. **Geophysical Research Letters**, v. 34, p. 1-5, 2007.
- BRANDÃO, M.M.; VIEIRA, F.A.; CARVALHO, D. Estrutura genética em microescala espacial de *Myrcia splendens* (Myrtaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 957-964, 2011.
- BRANDO, P.M.; NEPSTAD, D.C.; DAVIDSON, E.A.; TRUMBORE, S.E.; RAY, D.; CAMARGO, P. Drought effects on litterfall, wood production and belowground carbon cycling in a Amazon Forest: results of a throughfall reduction experiment. **Philosophical Transactions of the Royal Society Botanical**, v. 368, p. 1839-1848, 2008.
- DAVIS, M.A.; CURRAN, C.; TIETMEYER, A.; MILLER, A. Dynamic tree aggregation patterns in a species-poor temperate woodland disturbed by fire. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, p. 167-174, 2005.
- EITEN, G. The Cerrado Vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- ELIAS, F.; MARIMON, B.S.; GOMES, L.; FORSTHOFFER, M.; ABREU, M.F.; REIS, S.A.; FRANCZAK, D.D.; MARIMON-JUNIOR, B.H. Resiliência de um cerrado submetido a perturbações intermediárias na transição Cerrado-Amazônia. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 49-62, 2013.
- FELFILI, J.M.; HILGERT, L.F.; FRANCO, A.C.; SOUZA-SILVA, J.C.; RESENDE, A.V.; NOGUEIRA, M.V.P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999.
- FRANCZAK, D.D.; MARIMON, B.S.; MARIMON-JUNIOR, B.H.; MEWS, H.A.; MARACAHIPES, L.; OLIVEIRA, E.A. Changes in the structure of a savanna Forest over a six-year period in the Amazon-Cerrado transition, Mato Grosso state, Brazil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 425-436, 2011.

- FREITAS, A.F.N.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; SLUYS, M.V.; ROCHA, C.F. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 1, p. 175-180, 2000.
- HAY, J.D.; BIZERRIL, M.X.; CALOURO, A.M.; COSTA, E.M.N.; FERREIRA, A.A.; GASTAL, M.L.A.; GOES-JUNIOR, C.D.; MANZAN, D.J.; MARTINS, C.R.; MONTEIRO, J.M.G.; OLIVEIRA, S.A.; RODRIGUES, M.C.M.; SEYFFARTH, J.A.S.; WALTER, B.M.T. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do Cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 3, p. 341-347, 2000.
- HOFFMANN, W.A. Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 137-142, 2002.
- HOFFMANN, W.A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: The relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 422-433, 1998.
- HUTCHINGS, M.J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. 2.ed. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 325-358.
- JANZEN, D.H. Herbivores and the number of Tree Species in Tropical Forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.
- JANZEN, D.H. Why bamboos take so long to flower. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 7, p. 347-391, 1976.
- KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, v. 4, n. 1, p. 77-86, 1994.
- KREBS, C. **Ecological methodology**. 2.ed. Benjamin/Cummings. 1999. 620p.
- LEVIN, S.A. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, v. 76, n. 6, p. 1943-1967, 1992.
- LEWIS, S.L.; BRANDO, P.M.; PHILLIPS, O.L.; VAN DER HEIJDEN, G.M.F.; NEPSTAD, D. The 2010 Amazon drought. **Science**, New York, v. 331, p. 554, 2011.
- LIMA, E.; FELFILI, J.M.; MARIMON, B.S.; SCARIOT, A. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um cerrado *sensu stricto* no Brasil Central-DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 361-370, 2003.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, v. 1, 2008.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, v. 2, 2009.
- MARENGO, J.A.; TOMASELLA, J.; ALVES, L.M.; SOARES, W.R.; RODRIGUEZ, D.A. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**, v. 38, L12703, DOI: 10.1029/2011gl047436, 2011.
- MARIMON, B.S.; LIMA, E.S.; DUARTE, T.G.; CHIEREGATTO, L.C.; RATTER, J.A. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, Brazil. IV. An analysis of the Cerrado-Amazonian Forest ecotone. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 2/3, p. 323-341, 2006.
- MARIMON, B.S.; MARIMON-JUNIOR, B.H.; FELDPAUSCH, T.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; MEWS, H.A.; LOPEZ-GONZALES, G.; LLOYD, J.; FRANZAK, D.D.; OLIVEIRA, E.A.; MARACAHIPES, L.; MIGUEL, A.; LENZA, E.; PHILLIPS, O. Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest-cerrado transition zone in southern Amazonia. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, p. 281-292, 2014.
- MARIMON-JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerrado e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso. Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 915-928, 2005.
- MIRANDA-MELO, A.A.; MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 501-507, 2007.
- MONTEIRO, E.A.; FISCH, S.T.V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-7, 2005.
- MOREIRA, A.G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, London, v. 27, n. 4, p. 1021-1029, 2000.
- NARDOTO, G.B.; BUSTAMANTE, M.M.C.; PINTO, A.S. & KLINK, C.A. Nutrient use efficiency at ecosystem and species level in savanna areas of Central Brazil and impacts of fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n. 2, p. 191-201, 2006.
- NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.
- NASCIMENTO, N.A.; CARVALHO, J.O.P.; LEÃO, N.V.M. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionadas ao manejo de Florestas Naturais. **Revista Ciência Agrária**, v. 37, p. 175-194, 2002.
- NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A.C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J.P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA-JUNIOR, U.L.; PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 395-407, 2001.
- NEPSTAD, D.C.; MOREIRA, A.G.; ALENCAR, A.A. **Floresta em Chamas: origem, impactos e prevenção do fogo na Amazônia**. Brasília-DF: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999. 202p.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 52, n. 2, p. 141-194, 1995.

- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria ISBN 3-900051-07-0, 2011. URL: <http://www.R-project.org/>.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. v. 26. Folha SD.21 Cuiabá. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, 1982.
- RATTER, J.A. Transitions between cerrado and Forest vegetation in Brazil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J.A. (Ed.). **Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries**, p. 417-430. London: Chapman & Hall, 1992.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III. Comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, p. 57-109, 2003.
- RATTER, J.A.; RICHARDS, P.N.; ARGENTE, G.E.; GIFFORD, D.R.G. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. **Philosophical Transaction for the Royal Society of London, Series B; Biological Sciences**, v. 226, n. 880, p. 449-492, 1973.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P; RIBEIRO, J.F. (Ed.) **Cerrado: ecologia e flora**. p. 151-212. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; MORAWETZ, W.; GOTTSBERGER, G. Frost damage of cerrado plants in Botucatu, Brazil, as related to the geographical distribution of the species. **Biotropica**, v. 9, n. 4, p. 253-261, 1977.
- SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P; RIBEIRO, J.F. (Ed.) **Cerrado: ecologia e flora**. p. 69-106. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
- SOLÓRZANO, A.; PINTO, J.R.R.; FELFILI, J.M.; HAY, J.D.V. Perfil florístico e estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerrado ao longo do bioma Cerrado. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 328-341, 2012.
- SÜHS, R.B.; BUDKE, J.C. Spatial distribution, association patterns and richness of tree species in a seasonal forest from the Serra Geral formation, southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 605-617, 2011.
- TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre-RS: Editora Artmed, 2010.
- ZAR, J.H. **Bioestatistical Analysis**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 944p.